

## **CÓDIGO: 1.2.13**

### **PROTOTIPO DE CIUDAD 3D: INTEGRACIÓN DOCUMENTAL DEL PATRIMONIO ENTERRADO Y EN SUPERFICIE DENTRO DE SANTANDER**

**Cosido, Oscar J. (1º Autor)<sup>1\*</sup>, Ruiz, Oscar<sup>2</sup>, de José, Jesús<sup>3</sup>, Piquero, David<sup>4</sup>, Iglesias, Andrés<sup>5</sup>, Sainz, Esteban<sup>6</sup>**

1: Universidad de Cantabria, Departamento de Matemática Aplicada y Ciencias de la Computación / Ayuntamiento de Santander, Centro Municipal de Formación y Empleo

[oscar.cosido@gmail.com](mailto:oscar.cosido@gmail.com)

2: Ingeniero Técnico Industrial

[oscar.ruiz@alumnos.unican.es](mailto:oscar.ruiz@alumnos.unican.es)

3: Ayuntamiento de Santander, Departamento de Topografía, Cartografía y GIS

[jjose@ayto-santander.es](mailto:jjose@ayto-santander.es)

4: Ayuntamiento de Santander, Departamento de Topografía, Cartografía y GIS

[dpiquero@ayto-santander.es](mailto:dpiquero@ayto-santander.es)

5: Universidad de Cantabria, Departamento de Matemática Aplicada y Ciencias de la Computación

[iglesias@unican.es](mailto:iglesias@unican.es)

6: Ayuntamiento de Santander, Centro Municipal de formación y Empleo

[esainz@ayto-santander.es](mailto:esainz@ayto-santander.es)

**PALABRAS CLAVE:** Ciudad 3D, fotogrametría, visión artificial, urbanismo, Santander

## **RESUMEN**

Desde el Ayuntamiento de Santander se ha promovido con la colaboración del grupo de investigación de Gráficos por Computador y Diseño Geométrico de la Universidad de Cantabria, un proyecto para la documentación digital integral del patrimonio urbano, integrando el patrimonio en superficie, así como el patrimonio enterrado, de forma que suponga un continuo. El proyecto ha sido ejecutado por el Taller de Empleo en Nuevas Tecnologías del Ayuntamiento de Santander con la colaboración del grupo de la Universidad de Cantabria. Para este estudio se ha integrado el modelado tridimensional de la maqueta del Santander antiguo con el Santander actual, así como con el Santander enterrado, como es el refugio antiaéreo sito en el casco urbano de Santander. Se ha simulado el modelado 3D de toda una ciudad mediante técnicas de fotogrametría convergente y levantamientos topográficos subterráneos, de forma que la integración de la parte en superficie coincida con precisión subcentimétrica con la parte subterránea. El resultado es un continuo entre los edificios en superficie y la parte subterránea como es el refugio antiaéreo.

## **INTRODUCCIÓN**

Actualmente existe un interés creciente por el modelado tridimensional de ciudades. Hasta ahora la mayoría de los modelos son elaborados con fines de visualización o publicidad y requieren un trabajo manual elevado. Además, estos entornos urbanos no tienen asociada ninguna información semántica ni topológica que potencie la utilidad de los mismos, limitándose a aspectos gráficos y geométricos. El disponer de un modelo 3D urbanístico con información semántica supondría un notable avance en diversos campos. La obtención de este tipo de herramientas, no es sencilla, ni automática. Suele requerir de la participación de personal altamente cualificado. Otro problema que se plantea está en que la detección y ubicación automática de los edificios tampoco está resuelto.

De todo esto se deduce, que el trabajo de modelar una ciudad en 3D es más que interesante. Además, este prototipo supondría poder avanzar en posibles alternativas para la detección y ubicación de las zonas urbanas. Para ello, tras estudios de viabilidad previos, se decidió optar por profundizar en la utilización de datos altamente precisos en su posicionamiento mediante sistemas novedosos como los GIS 3D para dar solución a la problemática planteada.

Como ya se ha comentado, en los últimos años se viene trabajando en temas de modelado tridimensional de ciudades. De momento los objetivos de estos modelados son puramente visuales, no aprovechando todo su potencial (no tienen asociada ninguna información semántica ni topológica). Además la elaboración de estos modelos tridimensionales necesita de una gran dedicación de operadores humanos. El disponer de un Modelo 3D urbanístico con información semántica supondría un notable avance en diversos campos. La elaboración de este tipo de herramientas es llevada a cabo por personal altamente cualificado, y después de una inversión bastante alta tanto en horas como en coste. Esta dificultad estriba en mayor medida, a que la detección y ubicación de las edificaciones no es un proceso totalmente automático.

Posibilita esta investigación el poder avanzar en posibles alternativas para la detección y ubicación de las zonas urbanas.

## METODOLOGÍA

El primer paso es la detección, ubicación y modelización de los edificios y demás elementos partiendo de fotografías y nubes de puntos tridimensionales. El proceso actual de extracción de edificios a partir de la nube de datos original, supone un esfuerzo importante en cuanto a coste, mano de obra y tiempo. Llevamos tiempo estudiando como hibridar técnicas para simplificar el trabajo de Modelado 3D, muchos investigadores en fotogrametría, teledetección y visión por ordenador, han tratado de estudiar y desarrollar dispositivos automáticos o semiautomáticos que permitan realizar esta extracción y su posterior reconstrucción. Nosotros hemos hibridado las diferentes metodologías consiguiendo tiempos menores y más baratos.

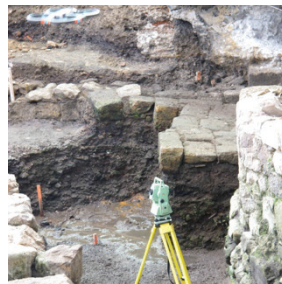


Imagen de los restos de la muralla medieval

El procedimiento habitual es obtener los contornos bidimensionales de los edificios a partir de la nube de puntos tridimensional y su combinación con imágenes aéreas. Utilizando herramientas software de forma manual, se obtiene un modelo tridimensional aproximado de las ciudades. Este proceso depende mucho de la habilidad del operador humano, obteniéndose resultados dispares. En este proyecto se realizó la extracción de los edificios utilizando únicamente la información tridimensional (reducción de costes, al no necesitar contratar la toma de imágenes aéreas); y de la forma más automática posible (se reduce la cualificación del personal, se evitan errores de subjetividad, se estandariza el proceso, etc.).

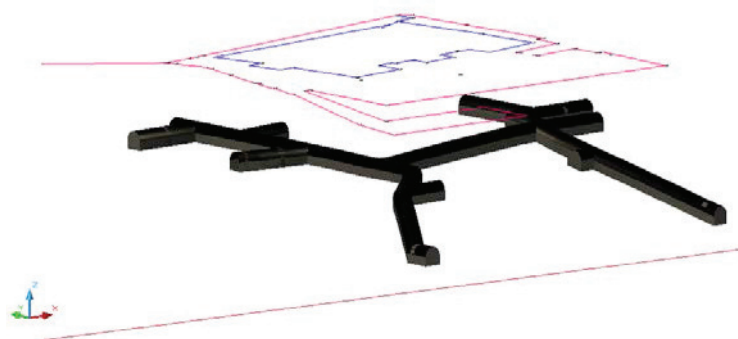


Proceso de toma de Datos

También estamos usando la información de los MDT generados mediante correlación de imágenes, tenemos una fuente de información infrutilizada y cuyas aplicaciones fuera de la producción de ortofoto no se han planteado. Se pretende estudiar la identificación automática de elementos constructivos (edificios), realizando una búsqueda de algoritmos y procesos que actualmente se estén investigando.

Una vez concluida la extracción de edificios y efectuada la reconstrucción de cada uno de ellos, la siguiente etapa sería añadir los atributos de información (metadatos) que confieren utilidad al modelo de la ciudad más allá del aspecto puramente gráfico. Para ello es muy importante estructurar la información según un estándar de información que pueda garantizar la interoperabilidad con otros sistemas de modo que se pueda aprovechar su funcionalidad en los distintos campos de aplicación (telecomunicaciones, estudios de impactos medioambientales, propagación ruido, etc.). Cada aplicación específica necesita de una información semántica diferente que debe asociarse al modelo geométrico. Por ello se pensó en el modelo de información CityGML, pero después se optó por un sistema propio, basado en la hibridación de diferentes tecnologías.

La última etapa sería la generación de un modelo 3D de zonas urbanas mediante herramientas híbridadas. Un sistema de información urbana es un prerequisite esencial para el desarrollo urbanístico planificado. El aumento de la demanda en la planificación urbana ha llevado a la coordinación de disciplinas como la Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica (GIS) para el desarrollo sostenible de las zonas urbanas. Cada vez es más importante la eficiencia energética de la ciudad, su estudio morfológico y funcional, donde no puede obviarse la importancia que tiene un análisis profundo del modelo de ciudad a través de modelos digitales del terreno y modelos digitales de superficies. Desde el punto de vista cartográfico, la investigación en estas tecnologías van encaminadas al acceso público de los datos.



Plano de comparación entre la ciudad enterrada y en superficie

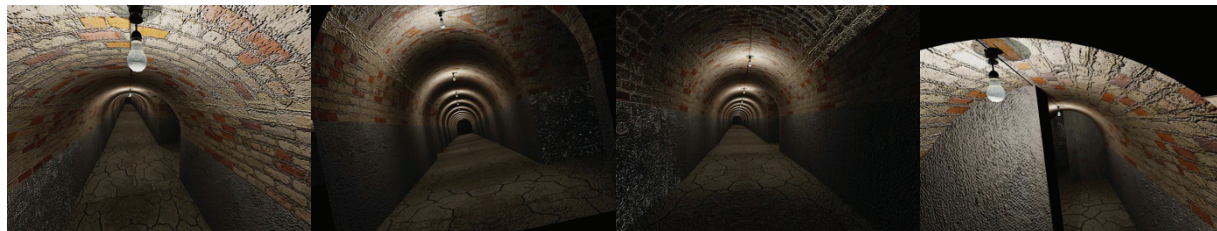
El proyecto no sólo ha sido ambicioso respecto a resolver el problema o carencia de un verdadero Sistema de Información Geográfica tridimensional, sino que se pretendía llegar a una herramienta de ayuda a la planificación y publicación de planeamiento e intervenciones en la ciudad, de forma que llegue a todos los ciudadanos la información pública. Por ley, Los ciudadanos podrán realizar todas sus gestiones administrativas por medios electrónicos, las administraciones públicas, obligadas a ofrecer sus servicios por Internet, móviles, televisión o cualquier medio electrónico futuro. Esta ley cuenta con el apoyo de numerosas comunidades autónomas, ayuntamientos, y representantes del sector privado, usuarios, etc.

### EJEMPLOS DE PATRIMONIO ENTERRADO



Modelo 3D de la Muralla Medieval encontrado en la Plaza Velarde de Santander

Santander alberga numerosos tesoros enterrados, desde el antiguo puerto, trozos de la muralla medieval, restos de las primeras poblaciones, etc. El principal son los refugios antiaéreos de época de la Guerra Civil Española.



Modelo Tridimensional de un Refugio Antiaéreo en Santander



## EJEMPLOS DE PATRIMONIO EN SUPERFICIE

En cuanto al patrimonio en superficie, quedan vestigios desde finales del silo XIX, pero el elemento más antiguo que queda en la ciudad es la Catedral, se puede ver en la siguiente figura. Así como el Palacio de la Magdalena entre otros, este último es de principios del siglo XX.



Virtualización del Santander del siglo XVIII (fuente: maqueta ubicada en el Palacio de Pronillo, Santander)



Modelo 3D del Palacio de la Magdalena

## CONCLUSIONES

En los últimos años se ha producido un avance de las tecnologías basadas en la georreferenciación de los datos espaciales, su visualización, gestión de la información y difusión de datos a través de Internet. Gracias a estos cambios, actualmente, los servicios proporcionados del lado del servidor son capaces de realizar ágiles procesos que hace unos años eran impensables o muy costosos, procesos tales como la automatización de análisis espaciales y geoprocementos que son una importante ayuda a la toma de decisiones. Con la existencia de un Sistema de Información Geográfica, se proporciona a los usuarios un acceso centralizado a los datos comunes en un Organismo, datos georreferenciados y datos alfanuméricos, gestionados por bases de datos relacionales con información cartográfica, junto con las aplicaciones personalizadas que permiten acceder a funcionalidad espacial.

Con la progresiva madurez de la tecnología GIS, la mayor parte de las dificultades y barreras que impiden la implementación y funcionamiento óptimo de los GIS no son de tipo técnico, sino de carácter metodológico. La elaboración de un GIS tiene como componente fundamental, el análisis de los datos, acorde con un modelo de datos previo. En nuestro caso, ese modelo de datos se basa en la representación tridimensional de las ciudades, por lo que el salto del 2D o 2 y ½ D, debe ser crucial, hacia un verdadero 3D. Para que esto se produzca, el proceso de implantación o actualización de un GIS se debe acompañar de una consulta tanto a usuarios como a la Organización que lo utiliza, en este proyecto lo hemos hecho así. Intentando analizar como sería una implantación y formación progresiva a los distintos tipos de usuarios. En esta labor de consultoría se ha detectado que la demanda de las necesidades de funcionalidad GIS crecería una vez implantado el sistema, por lo que el mayor esfuerzo habría que hacerlo a la

finalización de la implantación de éste, evitando crear sensación de abandono a los usuarios en el momento más crucial del proceso de actualización y de aplicación del GIS a las tareas cotidianas dentro de un organismo o administración.

Actualmente, los visores GIS a pesar de ser aplicaciones pensadas, a priori, para visualizar y consultar la información espacial de los datos, es sin duda el componente del GIS (Geographic Information Systems) que más ha crecido comparativamente. Permiten guardar y gestionar sesiones, modificar la simbología de las capas, realizar agrupaciones espaciales y búsquedas por áreas de influencia, transformar los datos al formato nativo de GoogleEarth (KML), consultar la información relacionada con una capa mediante la navegación por el modelo de datos., etc. Nuestras aplicaciones utilizan J2EE, desarrollada sobre productos de código abierto (JTS, Hibernate, Velocity, etc.), que funciona dentro del entorno de ejecución de un contenedor de servlets Java (Tomcat).

En cuanto a la elección de un cliente de escritorio con funcionalidad media, libre y de mayor implantación en la administración, entre los más usados está gvSIG, capaz de integrar datos procedentes tanto de la BD Oracle como de servicios remotos de origen WMS, WCS o WFS. gvSIG ofrecía, además, funciones de análisis avanzadas (edición cartográfica, consultas espaciales, conexiones entre tablas, etc.), y es susceptible de incluir personalizaciones desarrolladas a medida de los usuarios. En los diferentes organismos, gvSIG se ejecuta a través del contenedor de Servlets Tomcat mediante el empleo de la tecnología Java Web Start (JWS), lo que facilita notablemente la gestión de versiones del producto y su instalación.

Finalmente, para satisfacer las necesidades de los usuarios expertos, se suelen incorporar clientes de escritorio propietarios que permitieran realizar funciones avanzadas no cubiertas por los componentes del sistema mencionados con anterioridad. Hablamos de ArcGIS Desktop, que se conecta a la base de datos espacial a través de ArcGIS Server Enterprise Basic. Este servicio propietario hace las funciones de middleware espacial y gestiona el almacenamiento, mantenimiento y explotación de la información geográfica utilizando los mecanismos de Oracle Spatial. Lo negativo de las soluciones comerciales es el alto precio de las licencias y la falta de una solución para el análisis y representación tridimensional del territorio o información geográfica.

## **LÍNEAS FUTURAS**

La necesidad de la comunidad cartográfica de conseguir un sistema de información geográfica tridimensional, unido a la carencia de esta tecnología, hacen de su estudio una posibilidad de encontrar una herramienta muy útil. La consecución de una herramienta por sí misma, no es un hecho relevante si su utilización no es viable. Por ello se pretende enmarcar la implementación de esta herramienta dentro de una disciplina de estudio de la ciudad como es la urbanística.

Encontrada la finalidad, se podría buscar la evolución de la herramienta que aporte soluciones a los problemas o necesidades de los urbanistas y estudios de la ciudad, permitiendo una publicación de los resultados y su divulgación a los ciudadanos mediante servicios Web.